Pirula

BIÓLOGO FENÔMENO DO YOUTUBE

Reinaldo José Lopes

AUTOR DO LIVRO *1499, O BRASIL ANTES DE CABRAL*

E-Book Gratuito

BIÓLOGO FENÔMENO DO YOUTUBE

Reinaldo José Lopes

AUTOR DO LIVRO *1499, O BRASIL ANTES DE CABRAL*

Rio de Janeiro, 2020

"Não é uma sina estranha termos de sofrer tanto medo e tanta dúvida por causa de uma coisa tão pequena?", pergunta um dos personagens de *O Senhor dos Anéis*, ao meditar sobre a ameaça trazida pelo Anel demoníaco do romance de J.R.R. Tolkien. Em 2020, o mundo inteiro se pôs a fazer uma pergunta muito parecida acerca de algo ainda mais diminuto que o Anel do livro: o coronavírus conhecido como Sars-CoV-2, causador da doença respiratória Covid-19.

Em qualquer batalha, é fundamental conhecer o inimigo, e a teoria da evolução está entre as chaves mais importantes para compreender tanto o novo coronavírus quanto antigas e futuras ameaças infecciosas à saúde dos seres humanos. Portanto, considere este e-book como nossa modestíssima contribuição ao esforço de guerra, gentil leitor. Se você quer saber como certos vírus (e outros parasitas microscópicos), antes desconhecidos, passam a colocar em risco a vida de milhões de seres humanos num tempo relativamente curto, eis aqui um roteiro bastante claro e completo para compreender esse processo.

Em certo sentido, os vírus, em qualquer uma das variadíssimas formas que assumem, levam às últimas consequências a lógica da seleção natural. Em *Darwin sem frescura*, logo no começo do livro, falamos sobre esse processo, que não funciona apenas com animais, plantas ou outros seres vivos propriamente ditos, e os parasitas virais demonstram isso com tremenda clareza.

Na verdade, para que a seleção natural aconteça, você só precisa de três coisas:

1. Informação transmitida pela hereditariedade (ou seja, que as características de uma "coisa-pai" ou "coisa-mãe" sejam passadas, de alguma forma, para "coisas-filhas" com algum grau de fidelidade ao longo do tempo.

2. Variabilidade nessas informações hereditárias, de modo que algumas entidades individuais de uma mesma população tenham certas características, enquanto outras apresentam características diferentes, e que isso também seja transmitido de geração a geração.

3. Processos externos capazes de "filtrar" essa variação hereditária, de modo que certas variantes se tornem mais comuns que outras ao longo do tempo.

O item 3 acontece quando a posse de certas características hereditárias — quer dizer, de parte da variabilidade da população — faz com que alguns membros daquele conjunto populacional produzam uma quantidade maior de "coisas-filhas" que os demais. Com isso, a mágica da seleção natural se desenrola: aquela população, como um todo, vai se transformando ao longo do tempo, de modo que a característica *selecionada* — já que os possuidores dela se reproduzem mais do que a concorrência — acaba se tornando cada vez mais comum. Você quer uma única frase para resumir o processo? Ganha o jogo quem tem algo que lhe permita ter mais filhos que os outros. (Sempre é bom lembrar que a seleção natural não é o único mecanismo hoje conhecido pelos quais atuam os processos evolutivos, mas é considerado como, de longe, o mais comum e determinante.)

É natural que a gente tenha se acostumado a pensar nesse processo como algo típico de seres vivos — as coisas que, afinal, normalmente têm filhos, ao contrário de pedras ou cadeiras, que não os têm. Mas os vírus talvez não sejam propriamente entidades vivas, a começar pelo fato de que não são formados por células (nem as organizadas em números astronômicos, como é o caso do nosso corpo, nem as isoladas, como as das bactérias).

Os vírus são basicamente um pedaço de material genético (DNA ou RNA) envolto em uma capa formada por proteínas e, às vezes, por cima dessa capa, um "envelope" de lipídios (moléculas de gordura). Talvez faça mais sentido pensar nos exércitos virais que infestam a Terra como misturas químicas bastante complicadas, ou como informação genética em estado quase puro. Imagine um *pen drive*, ou uma pasta em algum depositório "na nuvem" da internet, contendo dados que lhes permitam se multiplicar indefinidamente em circunstâncias favoráveis: os vírus, no fundo, não passam disso, embora

carreguem apenas material genético, e não arquivos de música ou PDFs de livro (pirataria é crime, crianças).

OK, talvez a distinção seja um tanto arbitrária. O fato é que nós e você *também* somos basicamente um amontoado muito complicado de substâncias (moléculas orgânicas dos mais variados tipos), que carrega consigo o *pen drive* chamado genoma, contendo a receita necessária para construir essas substâncias e, portanto, nossos corpos. O trajeto que vai da informação presente no genoma até a criação de células e organismos inteiros é realizado pelos próprios seres vivos, conforme eles obtêm nutrientes e energia a partir de outros seres vivos e do ambiente. Ocorre que os vírus, a rigor, não fazem isso: precisam "sequestrar" células para que elas realizem todo o trabalho, inclusive o da montagem dos próprios vírus.

Dentro das células

É por isso que eles são classificados como **parasitas intracelulares obrigatórios**, ou seja, que só conseguem subsistir *dentro* (daí o "intra" da expressão) das células de seus hospedeiros. Fora de uma célula viva, as **partículas virais** ou ***vírions*** (nomes que usamos para designar os "indivíduos" de uma espécie de vírus) não passam de um amontoado de moléculas orgânicas inertes: não ficam digerindo nutrientes, por exemplo, e não conseguem se multiplicar nem por decreto. Tanto é assim que, dependendo das condições ambientais, os vírions se tornam incapazes de infectar novas células depois de apenas algumas horas, já que tampouco possuem perninhas ou asas que os ajudem a sair caçando ativamente um novo hospedeiro.

Uma vez em contato com as células de uma possível vítima, porém, eles se põem a fazer o que fazem de melhor (aliás, a única coisa que sabem fazer): produzir cópias de si mesmos. O primeiro passo para isso é adentrar as células do hospedeiro, o que pode acontecer, por exemplo, quando moléculas específicas na superfície do vírus se conectam com receptores, "fechaduras" bioquímicas presentes na membrana das células do hospedeiro. Depois da invasão, o passo mais importante é fazer com que o maquinário da célula infectada passe a usar o material genético viral — que, como já dissemos de passagem, pode ser formado por DNA ou por uma molécula ligeiramente diferente, o RNA — para produzir, em massa, as moléculas que são os

componentes externos e internos dos vírions (proteínas e lipídios, por exemplo, além de mais material genético, é claro).

Tudo isso se dá porque as pobres células usam o genoma viral como “receita”, da mesma forma que usariam seu próprio DNA como instrução para produzir as moléculas de que necessitam. A estrutura molecular dos vírus está otimizada de tal forma que, uma vez que a célula sequestrada produz as substâncias necessárias, elas *montam a si mesmas*, simplesmente com base em suas características químicas. Sim, você não leu errado: as partículas virais são uma espécie de Lego automontável. O passo final é deixar de lado a célula usada e abusada em busca de novas vítimas — muitas vezes arrebentando a coitada durante o procedimento.

Ninguém sabe exatamente como os vírus surgiram e se enfiaram nesse nicho peculiar da Árvore da Vida (ou da Quase Vida). Há quem acredite que, no fundo, os vírus não passariam de material genético que “escapou” de genomas de seres vivos de verdade e passou a se multiplicar de forma parasitária, saltando de cromossomo para cromossomo e de célula para célula. No DNA dos seres humanos e de muitas outras criaturas, esse tipo de coisa realmente acontece, por meio de entidades como os retrotransposons, pedaços de material genético que brincam de pula-pula e se copiam de um canto para o outro do genoma, às vezes sem alterar as características da célula, às vezes interferindo nos mais variados processos. Um pedaço de material genético análogo a esses retrotransposons, produzindo uma capa de proteção (ou caindo dentro de uma), adquiriria a capacidade de funcionar como uma entidade “protegida” e, portanto, ficaria impossibilitado de aderir ao DNA celular e fazer parte da célula. E eis que nasce um vírus.

Outra hipótese é a de que eles começaram como parasitas que ainda eram células e, por um processo radical de simplificação bioquímica, acabaram descartando sua estrutura celular. De fato, é comum que parasitas abandonem grande parte de sua forma e fisiologia originais conforme se tornam mais e mais dependentes dos organismos que vampirizam. As tênias, por exemplo, que na linguagem popular são chamadas de solitárias, derivam de organismos que eram vermes de vida livre, com cabeça, tubo digestivo completo, órgãos dos sentidos etc. Sua adaptação ao parasitismo fez com que seu ambiente de vida passasse a ser a luz do tubo digestivo (sim, o interior das suas tripas é chamado em linguagem técnica de “luz”. Curioso nome para um lugar amplamente conhecido como “onde o Sol não bate”).

A incrível adaptação ao hospedeiro e sua evolução conjunta (que muitas vezes inclui complexos ciclos de vida), somadas à otimização da atividade parasitária, fizeram com que as tênias perdessem todo o tubo digestivo e passassem a absorver os nutrientes já digeridos pelo hospedeiro através da pele. E não é só isso: perderam também os olhos e demais órgãos dos sentidos, já que não servem para nada em um lugar onde não há luz em momento algum e nem é necessário sentir qualquer coisa.

Perderam inclusive a cabeça e o sistema nervoso ganglionar central: sem órgãos sensoriais e sem a necessidade de ir para a frente ou para trás, não faz diferença ter cabeça ou não. As tênias até parecem ter cabeça, mas não a têm. O chamado escólex, que é a parte do verme que se fixa na parede do intestino, é mais análogo a um braço do que a uma “parte da frente” do animal. No fundo, as tênias são apenas vários quadradinhos individuais autossuficientes, que se alimentam e se reproduzem individualmente, cada um deles meio que funcionando como uma célula (apesar de serem compostos por milhares delas).

Parece um incrível “andar para trás” evolutivo, que alguém menos conhecedor do assunto chamaria de “involução”. O termo, como você bem sabe, não só não existe como é contraditório, uma vez que “evoluído” (se quiser usar assim) seria mero sinônimo de “adaptado”. A perda de todas essas estruturas, que praticamente definem um ser vivo como membro do grupo Animalia (animal), é uma adaptação ao seu meio de vida. E uma adaptação extraordinária, na qual a simplificação é vantajosa e, portanto, “evoluída”.

E a tênia é só um dos casos: existem parasitas intracelulares que ainda são, eles próprios, células. Um desses exemplos é o protozoário do gênero *Plasmodium*, que produz uma doença bem conhecida: a malária. Doença essa que, inclusive, voltou a ser muito citada com a chegada da pandemia, porque um dos primeiros medicamentos que apresentaram alguma capacidade (ainda não comprovada) de enfrentar a Covid-19 foi a cloroquina, uma substância desenvolvida essencialmente para combater a malária.

Uma vez que um verme parasita pode ter sua anatomia simplificada a ponto de parecer uma colônia de células (ainda que pluricelular), ou que um protozoário parasita pode ter sua estrutura simplificada a ponto de infectar células como se fosse uma bactéria (ainda que com organelas), não há motivo para crer que uma bactéria parasita não possa ter sua conformação simplificada a tal ponto de se transformar em mero material genético com uma capinha. Um vírus.

Por fim, uma terceira hipótese: há quem aposte que os vírus estão por aí desde os primórdios da vida na Terra, tendo evoluído em paralelo com as células mais primitivas, aprendendo a parasitá-las com eficiência crescente ao longo do tempo. Essa última ideia faz sentido quando se considera que as células, ao menos como as conhecemos, são entidades complexas demais para terem aparecido "prontas" logo no começo da bioquímica terrestre. Formas não celulares de vida, correspondentes apenas a amontoados de moléculas orgânicas com capacidade de replicação (multiplicação), muito provavelmente teriam alguma semelhança com os vírus atuais.

O que temos pro jantar?

Esse debate sobre a origem dos vírus ainda está em aberto e envolve detalhes bioquímicos cabeludíssimos, razão pela qual vamos deixá-lo de lado daqui para a frente. Diante de ameaças como o coronavírus Sars-CoV-2 ou mesmo o conhecidíssimo e ainda letal HIV-1 (vírus da imunodeficiência humana tipo 1, causador da pandemia de Aids; existe também o HIV-2, bem menos ameaçador), convém abordarmos agora a natureza das entidades virais a partir da perspectiva da seleção natural e das relações ecológicas. Ou, para colocar as coisas do jeito mais prático possível, imaginemos que, se o vírus tivesse cérebro, poderia se perguntar: o que será que eu vou comer hoje, hein? E qual o jeito mais fácil de descolar comida?

"Comer", claro, não é o verbo mais correto, mas faz algum sentido imaginar que parasitas como os vírus não passam de predadores que devoram sua presa muito devagar e às vezes não a matam. Podem se tornar predadores tão sofisticados, aliás, que acabam firmando uma espécie de acordo de paz tácito com suas presas, praticamente não atrapalhando a sobrevivência delas ou até dando uma mãozinha ao organismo do hospedeiro. No fundo, o que um vírus "quer" (se é que a gente pode falar dos desejos de um *pen drive* de moléculas orgânicas que não tem sistema nervoso, nem células, nem nada) é apenas se multiplicar, seja lá de que jeito for. Pensando bem, qualquer pedaço de DNA ou RNA, ou criatura portadora deles, compartilha do mesmo "desejo". Os vírus que se multiplicam pouco ou de modo incompetente são tragados pelo sistema imunológico (de defesa) de seus hospedeiros ou podem acabar virando fósseis no genoma das criaturas que parasitavam (estima-se que algo entre 1% e 8% do DNA humano corresponda a relíquias desse tipo, por exemplo) — de certa maneira, a integração inofensiva do material

genético viral dentro do genoma do hospedeiro pode ser vista como uma vitória, já que, pelos séculos dos séculos, a informação bioquímica que caracterizava aqueles vírions continuará a ser copiada, ao menos enquanto a espécie parasitada existir. E, claro, os vírus que se multiplicam com eficiência, esquivando-se dos contra-ataques do hospedeiro, prosperam — e podem fazer isso das mais variadas maneiras, das mais sutis às mais sanguinolentas.

O modo como a seleção natural vai moldar essas diferentes possibilidades estratégicas tem muito a ver com detalhes ecológicos, ou seja, com o contexto ambiental no qual o vírus e seus hospedeiros estão inseridos. Digamos, por exemplo, que as ditas vítimas possam ser encontradas numa grande população com dezenas de milhões de indivíduos, espalhados por todo um continente, com alta densidade demográfica (ou seja, vivendo em relativa proximidade entre si) e fertilidade elevada. Consideremos também que, do lado dos hospedeiros, o indivíduo que é infectado e se recupera da doença após duas semanas de sintomas fica imune ao vírus por toda a vida.

Numa situação como essa, dá para imaginar que um vírus capaz de se espalhar rapidamente pelo ar — por meio de espirros, tossidas ou perdigotos dos doentes, por exemplo — teria boas possibilidades de se multiplicar nessa população, e talvez nem precisasse "se preocupar" (metaforicamente, frisemos) em maneirar nos sintomas que causa. Num contexto tão favorável, mesmo que o patógeno acabasse matando vários de seus hospedeiros, seria relativamente fácil encontrar novas presas. Em muitos casos, talvez valesse a pena para ele provocar tosses tão violentas que alguns de seus hospedeiros não conseguissem mais respirar, desde que ainda houvesse um suprimento suficiente de potenciais vítimas nas populações mais distantes, e/ou que a fertilidade elevada da espécie vitimada pela doença naquele continente continuasse a produzir mais bebês — território virgem, com poucas defesas no organismo — que ele pudesse infectar.

Por outro lado, se um vírus (ou qualquer outro causador de doenças microscópico) tem diante de si uma população relativamente pequena e esparsa, é possível que o cálculo evolutivo inconsciente mude bastante: ele deve se espalhar com mais parcimônia e com efeitos mais discretos sobre a saúde, ao menos no curto prazo. Ou seja, ficar na miúda, pianinho, até uma nova chance de contágio. Talvez a transmissão pela via sexual fosse a mais adequada, por exemplo (complementada, digamos, pela transmissão vertical, na qual as mães acabam legando o patógeno a seus filhos durante a gestação

ou o parto); talvez fosse interessante para o vírus a existência de um período de anos sem muitos sintomas, durante o qual ele pudesse se espalhar pela população de hospedeiros de maneira lenta, segura e gradual. Ou então, já que não tem asas nem patas, o parasita poderia usar as asas e patas alheias para viajar por aí, por meio de **vetores**. É o caso dos numerosos mosquitos **hematófagos** (sugadores de sangue) que transmitem vírus — os causadores da dengue, da febre amarela e da zika devem ter vindo à cabeça do gentil leitor neste momento.

É aqui que a coisa começa a ficar interessante quando pensamos na situação que o mundo enfrenta no momento em que nós dois estamos escrevendo este texto (abril de 2020). Há uma espécie de sabedoria popular epidemiológica segundo a qual os vírus que convivem por muito tempo com um hospedeiro tendem a ficar “mais mansinhos” com o passar dos séculos, milênios e milhões de anos. Em parte, é claro, isso parece acontecer porque a seleção natural costuma fazer seu servicinho da maneira mais brutal possível: os indivíduos que não conseguem lidar com a infecção morrem aos magotes, o que diminui sua chance de deixar descendentes, enquanto os organismos com mais capacidade inata de lidar com a ameaça sobrevivem e deixam um legado genético proporcionalmente bem maior às gerações seguintes. Isso significa que novas ondas virais tendem a matar menos simplesmente porque os mais frágeis já foram limados da população.

Mas também é preciso considerar que os vírus não ficam parados no tempo evolutivo — aliás, muito pelo contrário. Com seu material genético de dimensões relativamente modestas, muitas vezes com apenas poucos milhares de “letras” de DNA ou RNA (enquanto o nosso tem 3 *bilhões* de pares das tais “letras”), e sem mecanismos muito sofisticados de “correção ortográfica” dessas letras, ao contrário do que vemos nas células de organismos complexos como nós, os vírus sofrem mutações com muita frequência. Isso gera grande quantidade de variação genética, a qual, é claro, acaba sendo peneirada pela seleção natural. Dependendo das circunstâncias, é interessante para os parasitas alcançar algum tipo de ajuste fino, ou mesmo armistício, com os seus hospedeiros, desde que isso não atrapalhe substancialmente sua capacidade de multiplicação e de colonização de novos corpos.

Assim, de fato, eles podem se tornar praticamente inócuos para as espécies com as quais convivem por muito tempo. Talvez um parasitismo inofensivo seja o ponto “desejado” de equilíbrio. Tecnicamente, nenhum parasita ganha

nada matando o hospedeiro (ainda que haja parasitas que saem do hospedeiro dilacerando-o, como é o caso de muitos insetos). Mas, como no processo evolutivo não há nada que diga que é preciso haver um ajuste fino em tudo, o hospedeiro vivendo o suficiente para fazer o parasita se reproduzir está de bom tamanho, e que se exploda depois.

Portanto, não se deixe enganar por essa perspectiva de uma paz perpétua entre hospedeiros e vírus. As espécies vitimadas por invasores virais não existem num vácuo: estão cercadas por *outras* espécies, é claro. E a seleção natural pode muito bem acabar dando uma mãozinha a variantes de um vírus supostamente "amansado" que consigam pular de uma espécie para outra e aproveitar ao máximo um novo grande banquete, uma massa de potenciais hospedeiros com sistema imunológico completamente desprotegido. Nesses casos, a espécie de origem do parasita, que já não sofre efeitos severos por carregá-lo, costuma ser chamada de "reservatório", e nela mora o perigo para futuras vítimas.

É claro que saltos desse tipo só são possíveis justamente porque a Árvore da Vida da evolução existe. Para invadir uma célula, as partículas virais muitas vezes precisam se ligar a certos receptores na membrana celular, conforme já vimos, e a conexão vírus-receptor só acontece porque os formatos das moléculas do vírion e do receptor da célula são compatíveis, como uma chave e uma fechadura, ou um plugue e uma tomada. A estrutura tridimensional das moléculas orgânicas é essencial para o seu funcionamento. Isso significa que, em geral, o parentesco evolutivo entre espécies corresponde a semelhanças nessas estruturas moleculares e, portanto, à possibilidade de que, entre outras coisas, os vírus presentes numa espécie consigam se agarrar aos receptores das células de outra, ainda que de modo menos eficiente. Um exemplo muito simples: se um dia você tiver a chance de visitar locais da África onde é possível observar chimpanzés e gorilas na natureza, é melhor deixar de lado o passeio caso você esteja com sintomas de resfriado, porque os grandes símios podem ser infectados por alguns dos vírus humanos que causam problemas respiratórios, e o resultado disso frequentemente é péssimo para as populações dos bichos, que já andam bastante mal das pernas por causa da caça e da perda de hábitat.

Pior ainda, não é preciso um parentesco tão próximo assim para que o salto viral entre espécies aconteça. Na natureza, um predador pode muito bem se contaminar pelo contato com o sangue e as entranhas de sua presa, por exemplo; animais de grande porte, ao pastar, podem acabar comendo

fragmentos de fezes de bichos pequenos e ganhar um novo parasita de presente — a lista de interações possíveis é infinda. O que importa aqui é o *contato* relativamente estreito entre uma espécie e outra, favorecendo os vírus com alguma variabilidade que lhes permita dar o salto entre hospedeiros. E os últimos dez mil anos de história da nossa espécie foram responsáveis por nos trazer oportunidades sem precedentes de adquirir vírus novos e devastadores. Estamos falando, é claro, da domesticação de animais e da destruição de hábitats, conduzidas com maestria pelo *Homo sapiens* desde que a Era do Gelo terminou.

Com efeito, a maioria das doenças infecciosas que dizimavam as populações da nossa espécie antes da invenção das vacinas — como a varíola, o sarampo e a gripe, um trio causado por diferentes vírus — muito provavelmente surgiu a partir de animais domésticos. Ou seja, começaram sua carreira de cavaleiras do Apocalipse como **zoonoses**, doenças típicas de outros bichos que, por vezes, podem infectar humanos, com frequência relativamente baixa, mas com efeitos que podem ser letais.

Não é difícil de entender o porquê desses saltos: a criação de animais, em especial quando acompanhada da vida em comunidades sedentárias, colocou as pessoas em contato direto e permanente com outros mamíferos (principalmente) e com aves de um jeito que nunca tinha acontecido na história da linhagem humana. Caçadores-coletores até pegam filhotes de bichos selvagens para criar de vez em quando, mas o normal entre eles é ter contato próximo com outras espécies apenas na hora da caçada e do preparo da carne. Por outro lado, camponeses da Grécia Antiga ou dos feudos medievais costumavam levar as ovelhinhas para dormir dentro de suas choupanas no inverno, e ainda hoje mulheres nativas das montanhas de Papua-Nova Guiné chegam a *amamentar* os leitõezinhos que criam — isso para ficarmos apenas nos exemplos apropriados para menores, veja bem.

O sucesso da criação de animais também fez com que, conforme os séculos e milênios passavam, fosse possível empacotar cada vez mais as populações de bichos domésticos em seus currais, de modo que eles atingiram números e densidades raramente encontradas na natureza. E patógenos *a-do-ram* proximidade física para se espalhar feito fogo em mato seco (que o digam os coronavírus do século 21). Para piorar a situação, sempre foi muito comum que diferentes espécies animais fossem criadas juntas — coisas como galinheiros elevados, embaixo dos quais ficava o chiqueiro (de maneira que os restos de grãos e as próprias fezes das galinhas

ajudassem na engorda suína, por exemplo). É lógico que isso ajudava ainda mais a potencializar o aparecimento de vírus perigosos, graças às possibilidades de troca de genes entre diferentes tipos de vírus adaptados a cada um dos animais. O vírus H1N1, forma do causador da gripe que tanta dor de cabeça causou à humanidade em 2009, provavelmente é o resultado da mistura genética de cepas de vírus que costumavam afetar porcos (daí o apelido “gripe suína”), aves e humanos. O material genético desse tipo de vírus, formado por segmentos de genes que se comportam mais ou menos como peças de Lego, favorece essa forma de remontagem.

A agricultura e a pecuária também permitiram um crescimento e adensamento populacionais dos próprios seres humanos em níveis que seus ancestrais do Pleistoceno jamais teriam sonhado — basta lembrar que, no começo da Era Cristã, Roma já tinha 1 milhão de habitantes, o que era mais ou menos a população humana *total* da Terra no fim da Era do Gelo. Acompanhe conosco a equação: milhares de bichos empilhados + milhares de humanos empilhados + cocô de bicho e de gente se acumulando — saneamento básico x conhecimento inexistente sobre vírus e outros patógenos = pandemias. Pandemias a dar com o pau, como os anais da Antiguidade ao século XIX são capazes de atestar abundantemente.

Levando em conta a lógica que discutimos alguns parágrafos atrás, fica mais fácil entender por que as primeiras manifestações dessas zoonoses que se transformaram em doenças de gente eram tão aterrorizantes. No começo, os vírus, de certa maneira, “não sabiam direito” o que fazer num organismo humano, nem havia precedentes para um corpo humano lidar com eles, o que produziu sintomas violentas e mortes rápidas das vítimas. É de se imaginar que, como acontece com muitas zoonoses hoje, os contágios acontecessem, de início, apenas de animal para pessoa (ou seja, sem transmissão de pessoa para pessoa). Modificações genéticas nos vírus eram necessárias para que a transmissão na população humana se tornasse eficiente. E, em muitos casos, elas acabaram acontecendo. Água mole em pedra dura, como diz o ditado.

As ameaças virais vindas de bichos domésticos continuam sendo um pesadelo muito real neste século, apesar de todos os avanços — a gripe suína, de novo, não nos deixa mentir. Mas a escalada sem precedentes da devastação ambiental nas últimas décadas tornou esse quadro ainda mais complicado, porque nossa espécie está avançando com voracidade cada vez maior sobre os hábitats com maior diversidade de vida no planeta — o que

inclui as florestas tropicais do Brasil, da África e do Sudeste Asiático. E maior diversidade de vida necessariamente inclui maior diversidade de vírus.

Há diferentes maneiras pelas quais essa situação pode trazer dores de cabeça. A mais direta é a criação de um mercado regional e global de carne de caça, bem como de pedaços da anatomia de bichos selvagens — pênis de botos, chifres de rinocerontes, escamas de pangolins (mamífero africano e asiático que lembra vagamente um tamanduá com armadura dourada), braços de gorilas, o diabo a quatro —, adquiridos seja como troféu, seja como uso na “medicina” tradicional de cada região (perdão, amigos da sociologia e da antropologia, mas usaremos esse termo entre aspas mesmo).

Apesar das sanções legais, esse mercado ainda existe e vai muito bem, obrigado, em diversos países, como os da África Central e do Sudeste Asiático, bem como a China, obviamente em evidência por causa do surgimento recente do Sars-CoV-2 e de seu parente do começo do século, o causador da Sars (síndrome respiratória aguda grave, ou pneumonia de Satanás, como gostamos de chamá-la carinhosamente) por aquelas bandas. Ambos os vírus parecem ter vindo de morcegos asiáticos (embora o Sars-CoV-2 também apresente semelhanças importantes com vírus encontrados em pangolins apreendidos pelo controle de alfândega chinês). E a própria Aids emergiu na África, durante o século 20, a partir de vírus que circulavam em primatas como os chimpanzés e os mangabeis (*Cercocebus atys*), por causa do consumo desses animais como carne de caça.

Entretanto, não sejamos tão rápidos em atribuir a culpa pelo novo coronavírus “àqueles chineses que ficam comendo sopa de morcego”, como muita gente xenófoba andou berrando por aí em 2020. O comércio de espécies selvagens em condições sanitárias precárias, além de causar danos ambientais, é um problema de saúde pública dos grandes, mas a mera intensificação da criação de animais, engolindo o hábitat dos bichos selvagens, pode ser suficiente para desencadear o aparecimento de zoonoses novas e assustadoras, sem que nenhuma sopa de morcego entre na equação.

Veja, por exemplo, o caso do vírus Nipah, também oriundo dos mamíferos alados, que causou mais de cem mortes de seres humanos e levou ao sacrifício de 1 milhão de porcos infectados ou suspeitos de carregarem o vírus na Malásia, no fim dos anos 1990. O que aconteceu nesse caso foi que a criação de suínos na região era combinada com o plantio de pomares, com mangas e outras frutas que atraíam morcegos, com cada vez menos hábitat, às fazendas. Resultado: morcegos mordiscam mangas e fazem cocô nos

chiqueiros; porcos comem manga mordida e fezes; porcos ficam com uma tosse bizarra que podia ser ouvida a quilômetros de distância; humanos são contaminados pelos suínos e morrem de encefalite. Ninguém precisou comer um único morceguinho para que tudo isso acontecesse.

E vale lembrar que, em 2019, mais de uma centena de brasileiros morreu de micose pulmonar devido ao consumo de carne de tatu. Exatamente, amiguinhos, o Brasil não tem um mercado de tudo quanto é bicho para consumo como o de Wuhan, primeiro epicentro do coronavírus na China, mas brasileiros também têm o hábito de comer muitos animais selvagens cheios de doenças potenciais, como pacas, cutias, capivaras, bugios (macacos) etc. Ao fazer arminha com a mão, lembre-se de que, ao mesmo tempo que se aponta o indicador acusatório na cara dos chineses, todos os outros dedos apontam para você.

Será que existe algo particularmente sinistro em relação aos vírus de quirópteros (nome científico oficial dos morcegos, cuja simpática tradução do grego é “asas nas mãos”), algo que lhes permita saltar entre espécies e causar estragos com mais facilidade do que, sabe-se lá, vírus de suricatos? Pedimos encarecidamente que você não demonize os pobres morcegos — são bichos importantíssimos em seu papel de polinizadores, distribuidores de sementes (dos frutos que comem) e controladores de insetos, entre outras coisas. Além de serem animais espetaculares do ponto de vista evolutivo, e a mera possibilidade de apreciá-los vivos é uma dádiva nada desprezível. É fato, contudo, que eles têm algumas características que favorecem sua participação no jogo das zoonoses.

Para começar, morcegos voam, óbvio, e às vezes percorrem grandes distâncias, o que lhes permite conectar hábitats diferentes com alguma facilidade, para o bem e para o mal. Morcegos também podem ser muito numerosos e gregários, vivendo em condições tão apinhadas que até vírus como o da raiva conseguem ser transmitidos pelo ar. E o grupo é extremamente diversificado, com 1.200 espécies mundo afora — ou seja, um em cada cinco mamíferos do mundo é um morcego. Como diferentes vírus se adaptam a diferentes espécies, a biblioteca viral carregada por essa imensa diversidade de morcegos é igualmente portentosa. No entanto, uma análise recente, que tivemos a sorte de ler pouco antes de escrever este capítulo, mostrou que os morcegos não carregam *mais* vírus do que o esperado para outros grupos de mamíferos e aves: a diversidade viral corresponde de modo

direto à variedade de espécies do grupo. Tire dos coitados a pecha de vilões, portanto.

A maioria das doenças emergentes são zoonoses, e a pressão das populações humanas e da expansão agropecuária sobre ambientes com alta biodiversidade só deve aumentar nas próximas décadas, infelizmente. Vírus assustadores também já surgiram por aqui, como o Sabiá, do grupo dos arenavírus, transmitido pela inalação de partículas da urina, fezes e saliva de roedores silvestres. Patógenos emergentes poderiam saltar de novo para o homem numa área recém-desmatada do Pará ou numa criação de porcos em Santa Catarina. O preço da sobrevivência é a eterna vigilância, gentil leitor. Sem a continuidade dos esforços dedicados a mapear e compreender os vírus que parasitam a enorme biodiversidade do Brasil e do mundo, não estaremos preparados para as futuras ameaças. Ao mesmo tempo, mais respeito com os animais que criamos e com os hábitats naturais que exploramos não seria má ideia. Novos riscos hão de aparecer, sem dúvida, independentemente do que fizermos — mas não há motivo para cutucar a onça viral com vara curta, agora que compreendemos cada vez mais os custos de nossas ações sobre os demais seres vivos.

Referências

Excelente introdução à ciência da epidemiologia, incluindo não só doenças infecciosas como também outras coisas que se espalham como epidemias (tecnologias, modismos etc.)

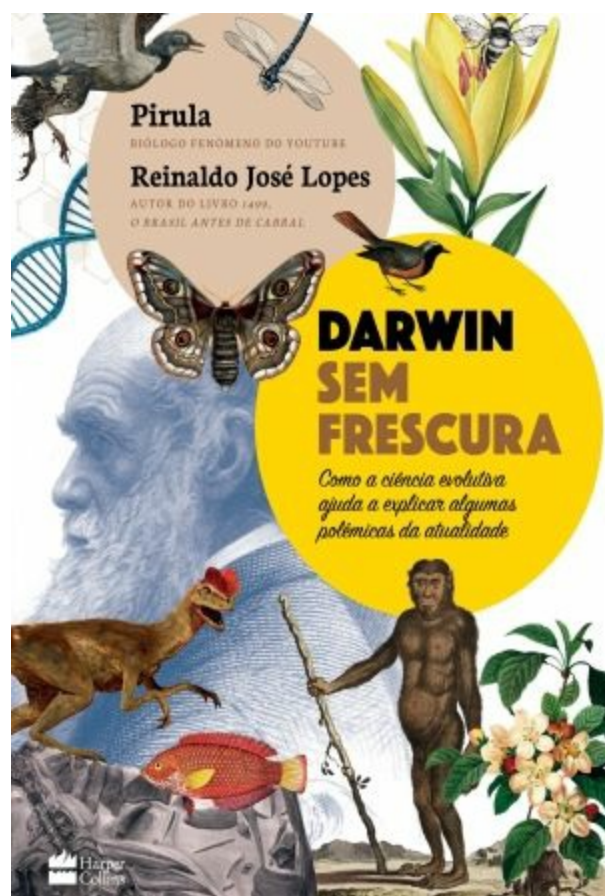
KUCHARSKI, Adam. *The Rules of Contagion: Why Things Spread — and Why They Stop*. Londres: Wellcome Collection, 2020.

Clássico sobre as zoonoses que podem se tornar pandemias, com um toque aventuresco à la *Indiana Jones*

QUAMMEN, David. *Spillover: Animal Infections and the Next Human Pandemic*. Nova York, W.W. Norton & Company, 2012.

Análise mostrando que morcegos não são os grandes vilões entre as espécies que atuam como reservatórios de vírus

MOLLENTZE, Nardus; STREICKER, Daniel G. Viral Zoonotic Risk is Homogenous Among Taxonomic Orders of Mammalian and Avian Reservoir Hosts. *PNAS*, 13 abr. 2020.

Quer saber mais sobre como a evolução impacta nossa vida? Leia nosso livro *Darwin sem frescura*, publicado em 2019 pela editora HarperCollins e disponível em versão impressa e e-book.

Darwin sem frescura

Pirula
9788595085145
256 páginas

Em uma viagem por Eras, continentes, nascimentos e extinções, dois brasucas nerds nos convidam a um mergulho na teoria da Evolução com as mais modernas e variadas descobertas científicas já feitas na história.
Com a leveza e descontração de que só quem entende do assunto é capaz, os autores Reinaldo e Pirula respondem questões das mais diversas que, de algum modo, se relacionam à teoria mais importante da biologia.
Afinal, existe um elo perdido? De onde veio a nossa espécie? A humanidade está em processo de extinção? Por que irlandeses têm mais tolerância à lactose do que chineses? Por que leões matam filhotinhos? Como a Evolução explica a existência da homossexualidade? E o mais importante: sou fresco por não gostar de brócolis?

[Compre agora e leia](#)

THIAGO NIGRO
CRIADOR DO CANAL O PRIMO RICO
DO MIL AO
MILHÃO
SEM CORTAR O CAFEZINHO
GASTAR BEM | INVESTIR MELHOR | GANHAR MAIS
Harper
Collins

Do mil ao milhão

Nigro, Thiago
9788595084421
224 páginas

Compre agora e leia

Em seu primeiro livro, Thiago Nigro, criador da plataforma *O Primo Rico*, ensina aos leitores os três pilares para atingir a independência financeira: gastar bem, investir melhor e ganhar mais. Por meio de dados e de sua própria experiência como investidor e assessor, Nigro mostra que a riqueza é possível para todos – basta estar disposto a aprender e se dedicar.

Compre agora e leia

COMO TER UMA VIDA NORMAL SENDO LOUCA
NOVA EDIÇÃO DO BEST-SELLER
CAMILA FREMDER
& JANA ROSA

SUE HECKER
MAIS DE 16 MILHÕES DE LEITURAS NA INTERNET
O Lado BOM DE SER Traída
Ela descobriu que poderia ser feliz de uma nova maneira...
SÉRIE MOSAICO
Harper Collins

O lado bom de ser traída

Hecker, Sue
9788569514756
400 páginas

[Compre agora e leia]

Da autora com mais de 16 milhões de leituras na internet e imensamente prestigiada por suas leitoras, *O lado bom de ser traída* é o primeiro título de *Sue Hecker* lançado pela HarperCollins Brasil.
Bárbara é bonita, jovem, profissionalmente bem-sucedida e apaixonada por Caio, seu noivo. A vida de Bárbara é completa e plena, mas tudo muda no dia em que vê uma foto de Caio ao lado de uma mulher que também se intitula sua noiva. Em um piscar de olhos, o mundo de Bárbara desmorona. Decidida a não se entregar à derrota, ela resolve dar a volta por cima. Renova o visual e começa a adotar posturas mais positivas para afastar de vez a depressão. Durante esse processo, o destino coloca em seu caminho Marco, um juiz extremamente sexy. Basta um olhar para ambos serem tomados por uma tensão sexual alucinante. Resta saber se, de fato, Bárbara mudou o suficiente para se entregar sem amarras. E, ao descobrir que sim, percebe o quanto é capaz de aproveitar *O lado bom de ser traída*.

[Compre agora e leia]

"IMPOSSÍVEL PARAR DE LER." — JOHN GREEN
Cordialmente
CRUEL
DA AUTORA BEST-SELLER DO THE NEW YORK TIMES
MAUREEN
JOHNSON
Harper Collins

Cordialmente Cruel

Johnson, Maureen
9788595085978
320 páginas

Compre agora e leia

O Instituto Ellingham é um famoso colégio privado em Vermont. Fundado por Albert Ellingham, um magnata do início do século XX, é um local maravilhoso, repleto de charadas, caminhos mirabolantes e jardins. "Um lugar", nas palavras de seu criador, "onde aprender é um jogo."
Porém, em 1936, logo após a abertura da escola, a esposa e a filha de Ellingham são sequestradas. A única pista digna de ser seguida é uma debochada carta listando métodos para cometer um assassinato, assinada com o pseudônimo "Cordialmente, Cruel". A polícia não consegue resolver o crime, que se torna um dos grandes enigmas da história dos Estados Unidos. Algo como aquilo jamais poderia acontecer novamente, é claro.
Anos depois, Stevie Bell, aluna e detetive amadora, está pronta para começar seu primeiro ano no Instituto Ellingham, e tem um plano ambicioso: solucionar esse antigo caso. Isto é, depois de lidar com sua exigente vida escolar, seus deveres de casa e seus excêntricos colegas de classe. Mas algo estranho acontece. Cordialmente Cruel faz um retorno surpresa e a morte revisita a escola. O passado ressurge das cinzas. Alguém que se safou de um assassinato ainda está vivo. Será que Stevie e seus amigos vão conseguir desvendar a

identidade do dono da assinatura?
Primeiro livro de uma trilogia, Cordialmente Cruel mostra todo o talento e o amor que a escritora Maureen Johnson tem pela literatura policial, mas sem esquecer do seu público fiel, o que torna este livro uma obra rara, que mistura dois gêneros de maneira inesquecível.